

## PIC計測アダプター データロガーキット

Windows98/95対応 CD-Rソフト付き  
高速・高精度で4chの計測信号を  
パソコンに表示、保存できます。



Microchip PIC16C711 (715) EEPROM 24LC256

# PIC計測アダプター & データロガー

- PICマイコン内蔵のA/Dコンバータを利用して測定データをパソコンに転送し、データ処理することができます。パソコンとの接続で簡易型オシロスコープにもなります。
- ユニット単体でも自動計測ができ、内蔵EEPROMにデータを記録させることが可能です。
- 高速・高精度8ビット4chのA/Dコンバータを内蔵したPICマイコンを使用  
最大約10kHzのサンプリングが可能です。(外部電源・DOS/Vパソコン時) 又、X'tal発振のため、時間軸も正確です。
- データロガー機能により、内蔵64kビットEEPROMに約135時間(約6日分)もの計測データをパソコン接続することなしに蓄積することができます。  
(毎分1回1chサンプリングの場合)
- 初段には超低バイアス電流CMOSオペアンプを使用することで、ハイインピーダンスセンサー出力を直接接続できます。又、ゲインも外部で調整可能です。
- A/Dコンバータユニットとセンサー(計測)ユニットを分離した設計の為、計測分野に応じてセンサーユニットを入れ替えるだけで、瞬時に対応でき、A/Dコンバータユニットの利用効率もアップします。
- 電源はパソコンのRS232C信号から取るため(一部機種を除く)電源不要で動作します。もちろん、外部電源でも使用可能です。

## ■主な仕様

### ◇リアルモード（PC接続モード）

分解能（ビット数）	8ビット	256段階 誤差±1LSB(1LSB=約19.5mV) (外部電源使用時)
チャンネル数	4チャンネル(max)	外部リファレンス使用時は3チャンネル
入力電圧範囲	0V~5V	外部リファレンス使用時は0V~Ref 外部リファレンス電圧 Ref=3V~5V
最大サンプリング速度	11520Sa/S(max)	PC転送速度115200bps時 ※1
パソコンとのインターフェイス	RS232C (COMポート)	通信スピード 1200~115200bps (可変可能)
消費電流	10mA以下	センサーユニット未接続時

※1 パソコンによっては最大にできない場合があります。

### ◇ロガーモード（スタンドアロンモード）

自動計測バッファ	約8000回分 (約8000サンプル)	24LC64(64k EEPROM)使用時 測定時間はチャンネル数で変わります。
サンプリング周期	1秒単位で何秒周期 にも設定できます。	EEPROMに記録され電源を切っても内容は消えません。
消費電流	10mA以下	センサーユニット未接続時

## ■PICADC本体パーツリスト

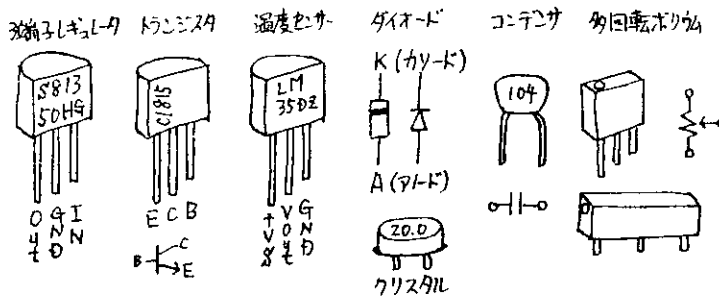
名称	記号	型番 ( )内は許容範囲・相当品	数	備考
半導体	U1	PIC16C711-20/P (PIC16C715-20/P)	1	A/Dコンバータ内蔵PICマイコン (シールが貼ってあります)
	U2	NJU7034D(LMC660等)	1	4回路CMOSオペアンプ
	U3	24LC64(24LCxx)	1	64kシリアルEEPROM
	U4	S81350HG	1	+5V低損失3端子レギュレータ
	Q1,2	2SC1815 (2SC1213,2SC2458等)	2	NPN汎用トランジスタ
コンデンサ	D1	11EQS04(1S3,1S10)	1	整流用ショットキバリアDi
	C1,2	0.1uF(0.47u~1uF)	2	積層セラミック 表示: 104
	C3,4	33pF(18p~47pF)	2	セラミック 表示: 33
抵抗	R1-3,5	10kΩ	4	1/6W カーボン抵抗 表示: 茶黒橙金
	R4	1kΩ	1	1/6W カーボン抵抗 表示: 茶黒赤金
クリスタル	X1	20MHz(10M~20MHz)	1	クリスタル
専用基板	PCB	AE-PICADC	1	両面ガラエポスルーホール専用基板
コネクタ		Dsub25pin(板・双)	各1	計測部用・RS232C用
スナップ		006P(9V)電池用	1	外部電源用
ケース		Dsub25p-25p	1	
その他		専用ソフト	1	3.5インチフロッピーディスク

### ■(テスト用)温度計測ユニット部分パーツ

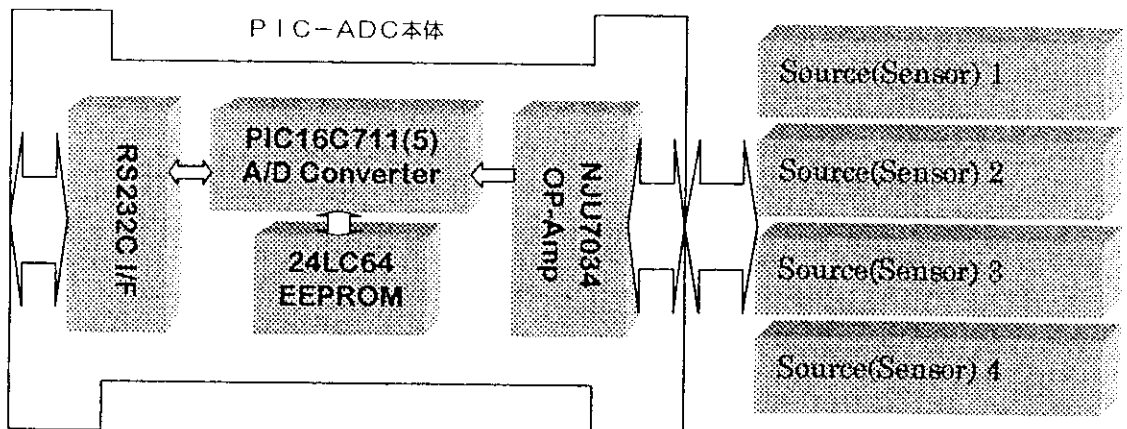
半導体		LM35DZ	1	0~100°C温度センサーIC
半固定抵抗		100kΩ(10kΩ~500kΩ)	1	多回転型半固定ボリューム
コネクタ		Dsub25pin(メス)	1	PICADCとの接続用

■万一、不足や欠品等がありましたら、製作前にお申し出ください。改良の為、予告なく相当品・上位互換品に変更になる場合があります。付属FDもご覧ください。

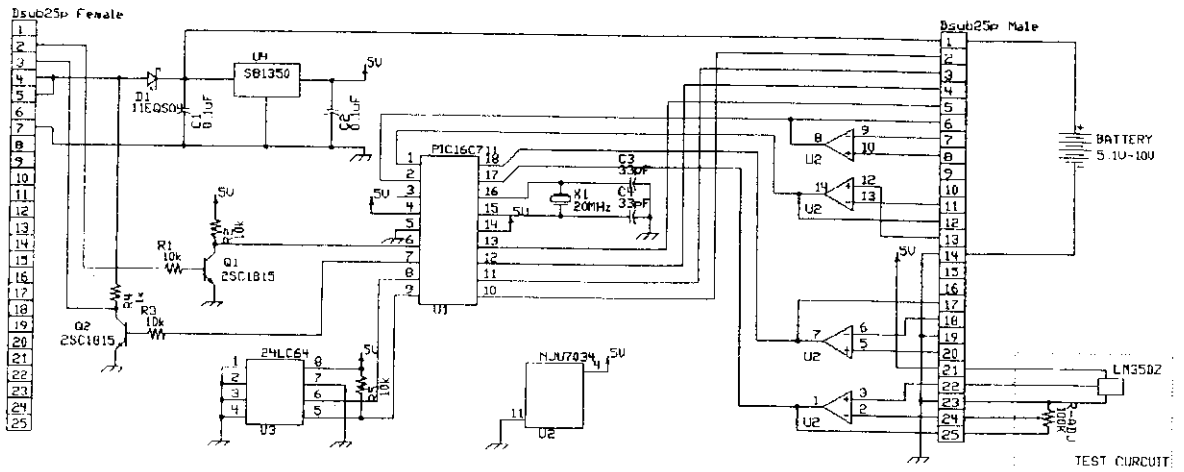
### ■主要部品外形・ピン配置図



### ■ブロック図



## ■回路図



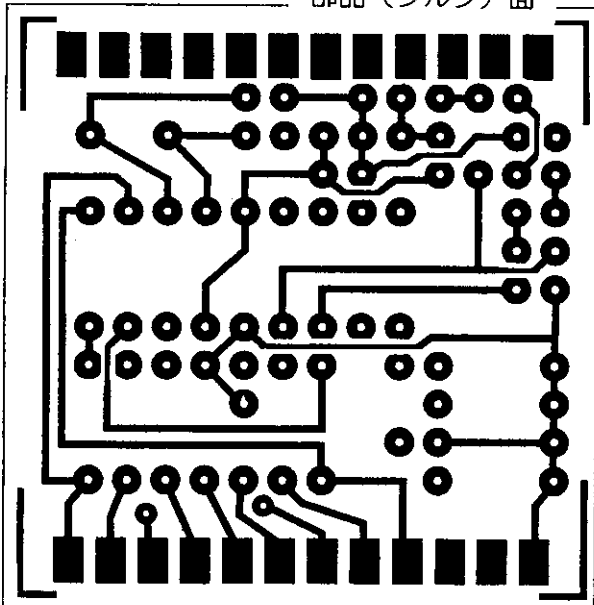
## ■回路図について

1チップマイコンPIC16C711(715)を中心にオペアンプ・EEPROM等で構成されています。内蔵のA/Dは分解能8ビット4チャンネルMUX内蔵で変換時間 $20\mu s$ (max)と高速です。電源には低損失のレギュレータを使い、ショットキバリアダイオードで非動作時の逆電圧がかかるのを防いでいます。RS232Cの入出力にはトランジスタを使った簡易的な方法としています。動作電流は10mA以下と少ないのですが、ノートパソコンのRS232Cから電流供給すると結構厳しいものがあります。PICマイコンのクロックをもっと下げてLP発振で使えば、より消費電力は抑えられますが、パソコンとの通信レートがぐっと落ちてしまい、サンプリングレートが低くなってしまいます。当キットでは省電力よりも高速動作&サンプリングが可能ないように最速の20MHzとしています。

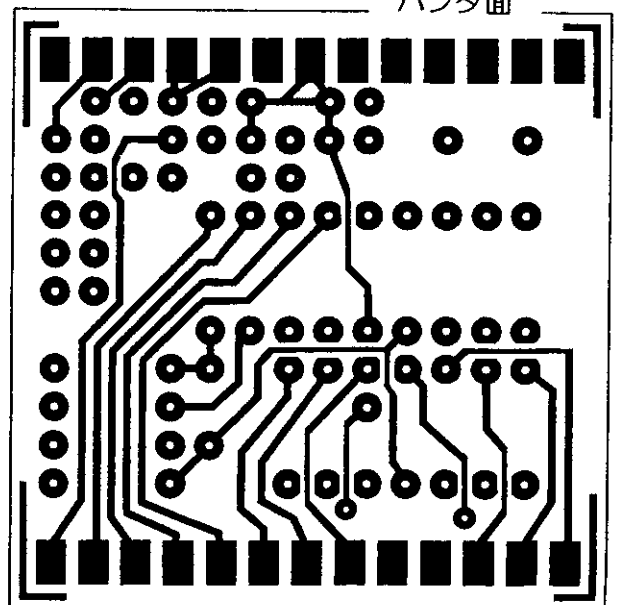
オペアンプの各ピンは外部コネクタに接続されているだけで、何もつながっていません。外部の抵抗の接続で反転/非反転増幅、ゲインが決まるのです。温度測定用、電圧測定用等のモジュールを用意しておけば使い勝手も上がりますし、モジュールの方を予め調整しておくので、交換ごとに再調整する必要もありません。又、パソコン側からどんな測定モジュールが接続されているか認識させることもできます。

## ■参考パターン図

部品(シルク)面



ハンダ面



## ■製作

製作は難しくないのですが、付属のDサブ25ピンケースに収めるのが結構大変です。ケースに入れて使わないという方はこの説明を読み飛ばして構いません。

### ◎ケース収納の極意！？

#### 1. ケースに収める場合、ICソケットは使用しない。

ICソケットを使っただけで、数mm高くなってしまいますので、ケースに入らなくなります。でも、ICソケットを使用することでICを容易に交換できるという、メリットもあります。入力段のオペアンプは入力ソースによっては壊れる可能性が高いといえます。

#### 2. 抵抗・コンデンサの足は極力短く

基板とケースとの間隔は約5mmくらいしかありません。抵抗も小型の1/6W型を使用していますが、下手するとケースにあたってしまうこともあります。特にケースがメッキ処理されている場合、電気を通しますのでグランド等とショートすることがあります。

#### 3. 3端子レギュレータ・トランジスタの背を低く

T0-92パッケージ(Q1,Q2,U2)のICはそれだけで高さが約5mm程度ありますので、ケースにあたってしまいます。周りに部品が無い場合は寝かして取り付ければ高さ的に余裕がでますが、このキットの場合それができません。むりやり押し込んでつけるか、ハンダ面に取り付け、寝かすと良いようです。

#### 4. ハンダ付けする前にケースに入れてみて、あたるかどうかチェックしてみる。

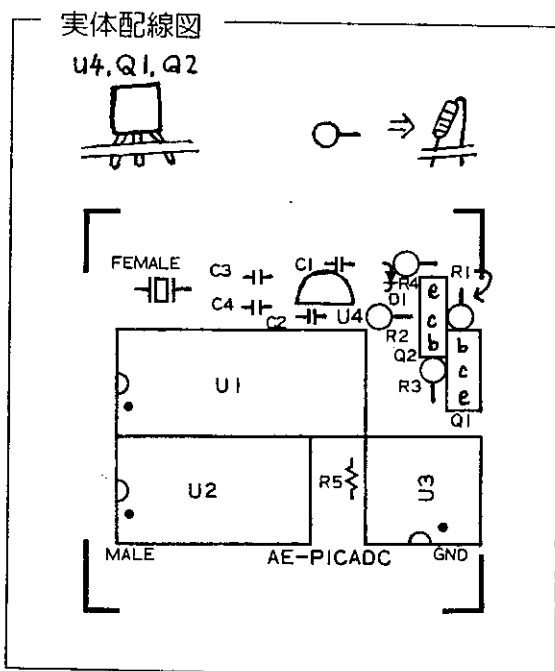
一番始めにDサブコネクタを両端に取り付けておけば、容易に高さをチェックできます。ハンダ付けする前なら、いくらでも試行錯誤できますしネ。

ただし、ケースを締めてしまうと開けづらくなりますので、注意！です

以上の項目を守ればきっと(キット?)ケースにうまく収めることが出来ると思います。この辺は自分の技術と相談してやってみてください。

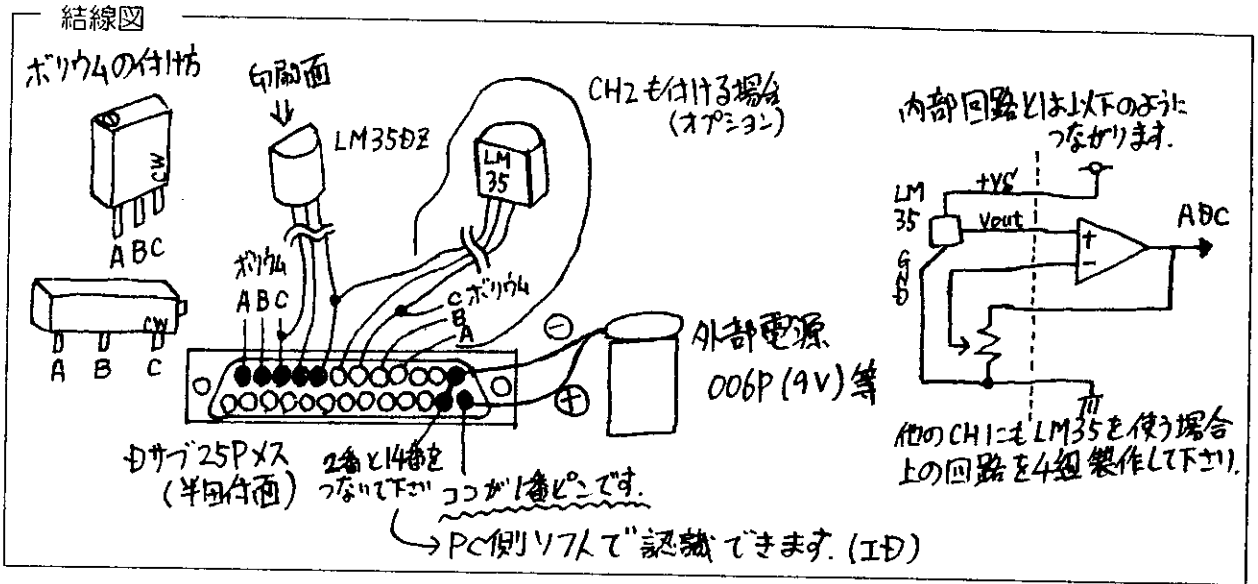
■このキットは当社の中でもかなり部品が込み入っていますので、次の順番でつけると良いです。

- ① Dサブコネクタ(オス・メス)の取り付け  
Dサブコネクタのオス・メスは指定がありますので、基板シルク通りにハンダ付けしてください。FEMALEがメス,MALEがオスです。設計上逆での製作はできません。  
基板をコネクタに押し込む時に、根元まで挿すとケースに納まらなくなります。ほんの少し余裕をもたせてください。
- ② 3端子レギュレータ、トランジスタの取り付け
- ③ 抵抗、コンデンサ、その他の部品の取り付け
- ④ ICの取り付け  
ソケットを使用しないときは取り外しが困難なので、向きに注意してください。
- ⑤ ケースへの組み込み
- ⑥ もう一度ハンダ付けをチェック(ループ等で拡大して見ましょう)
- ⑦ 完成です。次ページの温度センサーユニットの製作に取り掛かります。



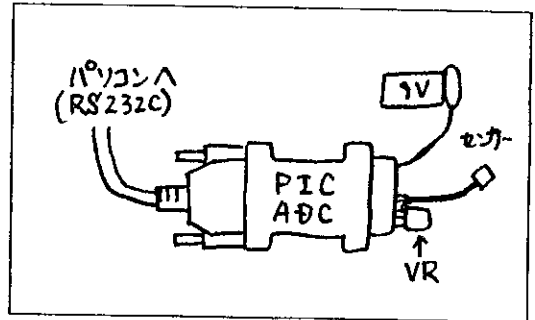
## ■温度測定ユニットの製作

本体はA/Dコンバータだけで構成されているので、入力ソース（センサー）がないと動作チェックができません。そこで、キットにNS社の温度センサーLM35DZ他を入れてあります。これを使った、温度センサーユニットを製作します。



## ■動作チェック

- ①上記で製作した、温度センサー（外部電源）ユニットをキット本体に接続してください。
- ②その後、外部電源（006P電池など）をつないでください。
- ③最後にパソコンのRS232Cポートに接続します。キットのメス側がパソコン側です。
- ④付属ソフトを起動してください。COMポート等の設定に問題が無ければ、画面にA/D変換データが表示されます。
- ⑤画面を見ながら、調整ボリュームを回して室温を表示するようにしてください。



## ◆付属ソフトがキットを検出できない場合

接続についてソフトのCOM（シリアル）ポートの設定が間違っているか、省電力等の設定の問題でCOMポートに信号が出ていないことがあります。再設定してから①よりやりなおしてください。

## ◆接続について

接続にはストレートケーブルを使います。25Pin がオスで 9Pin がメスの物がDOS/Vの場合一般的です。25Pin 対 25Pin の場合は変換コネクタ等を利用してください。

通常は1.5m~2m程度で十分な長さだと思いますが、長く引き回すような場合は、ケーブルの抵抗や容量の問題で動作不良や通信エラーが発生することがあります。そのようなときは、ADM232等を使ってRS232Cの中継器をつくるなどして対処してください。

## ■外部電源について

当キットは外部電源がなくても、RS232Cの信号線からの電力で動作することも可能です。しかし、ノートパソコン等のRS232Cからの供給では電圧が不足していて通信エラーを起こすことがあります。内部動作電圧が4.98V~5.02V（測定部コネクタ14番と21番ピンの電圧）の範囲であれば、スペック通りの測定が可能です。その範囲にない場合は測定データに電源ノイズが出たり、測定誤差が大きくなります。その場合は外部電源でご使用ください。付属のLM35DZを測定していると、明らかに違うことが解かるとおもいます。ですから、外

部電源は必須と考えたほうがいいかもしれません。しかし、簡単なデータの強弱や変化の読み取り・内蔵EEPROMのデータの吸出し等には問題ありませんので、状況で使い分けましょう。尚、外部電源・内部電源の切り替えの設定等は一切不要です。

外部電源使用時は、必ずPC側のソフトを起動する前に外部電源を入れておいてください。

※注意 内部のS81350HGの定格が10Vまでですので、それ以上の電圧は加えないでください。(電源の逆接にも注意!!)

### ■スタンドアロンモード (データロガー機能)

一度パソコンに接続して、ソフト上でデータロガーに関する設定 (サンプリング周期、チャンネル等) を行ってください。詳細は付属ソフトをご覧ください。

設定後、電源を再投入すると自動的にデータを内蔵のEEPROMに蓄積します。蓄積データはパソコンに接続して見たり、ファイルに落としたりすることができます。データロガーは外部電源で使用してください。予め内蔵EEPROM部分をソケットにしておけば抜き差しすることで、測定データをEEPROMの形で保管・交換することもできます。

誤操作や欠陥に関するEEPROMのデータの破壊・破損について当社・作者は一切の責任を負いません。データについては十分配慮されていますが、万一の為に重要なデータはパソコンでファイル化して保存してください。

### ■外部リファレンスの使用法

内蔵A/Dコンバータのリファレンス電圧は電源電圧と同じ 5.00Vですが、外部リファレンスとすることもできます。付属ソフトを用いて、A/D入力のCH4がリファレンスとなります。

(CH4のOUTと+入力を接続して (バッファにする)、CH4の+入力に電圧を加えます)

■オペアンプの入力電圧は0~5Vまでです。範囲以外の電圧は加えないでください。

■使用半導体個別データシート



# ◆PIC16C711 (16C715) 概要



## PIC16C7X

# PIC16C711/715

### A/Dコンバータ内蔵 8-Bit CMOS EPROMマイクロコントローラ

#### 特長

##### RISC-likeな高性能CPU

- 覚える必要があるのは35個のシングルワード命令のみ
- 2サイクル命令のプログラム分岐を除いて、全てシングルサイクル命令(200ns)
- 動作スピード: DC-20MHzクロック入力  
DC-200ns 命令サイクル
- 14ビット幅の命令
- 8ビット幅のデータバス
- 1024×14ビットの内蔵EPROMプログラムメモリ
- 36×8ビットの汎用レジスタ(SRAM)
- 15個の特殊用途ハードウェアレジスタ
- 8レベルのハードウェアスタック
- ダイレクト(直接)、インダイレクト(間接)、リラティブ(相対)の各アドレスモード
- 4個の割り込み要因: 外部INTピン、RTCCタイマ、A/D変換完了、ポートB(RB4-7)の4個のピンにおける信号の変化による割り込み

PIC16C711-20

##### 周辺回路の特長 PIC16C715-20

- 個別に入出力制御ができる、13本のI/Oピン
- LEDを直接駆動できる、大シンク/ソース電流  
—各ピンの最大シンク電流25mA  
—各ピンの最大ソース電流20mA
- 8ビットプログラマブルプリスケラ付8ビットリアルタイムクロック/カウンタ(RTCC)
- **A/Dコンバータ回路**  
—1個のA/Dコンバータに対して切り替えて使用する4本のアナログ入力  
—サンプル&ホールド回路  
—各チャンネルを20µsで変換  
—精度±1LSBで分解能8ビット  
—外部レファレンス入力、VREF(VREF ≤ VDD)  
—アナログ入力範囲: VSS - VREF

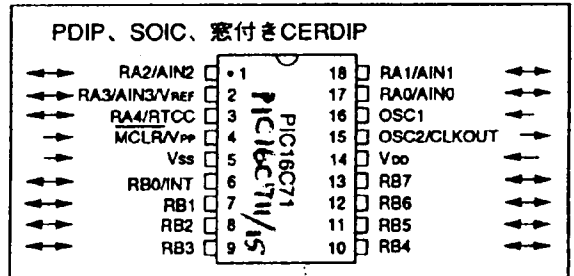
##### マイクロコントローラの特長

- パワーオンリセット
- パワーアップタイマ
- オシレータスタートアップタイマ
- 確実な動作のために専用のRCオシレータを内蔵した、ウォッチドッグタイマ(WDT)
- コードプロテクションのための、セキュリティEPROMヒューズ
- 消費電力を節約するSLEEPモード
- ユーザが選択できるオシレータオプション:  
—RCオシレータ: RC  
—クリスタル/セラミック共振: XT  
—高周波クリスタル/セラミック共振: HS  
—消費電力を節約する低周波クリスタル: LP
- 2本ピンを使ったEPROMプログラムメモリのシリアル、インシステムプログラミング(ISP)

##### CMOSテクノロジー

- 高速、低消費電力CMOS EPROMテクノロジー
- 完全スタティック設計
- 余裕の動作電圧範囲  
—商用: 3.0V - 6.0V  
—工業用: 3.0V - 6.0V  
—車載用: 3.0V - 6.0V
- 低消費電力  
—<2mA @ 5V, 4MHz  
—15µA平均 @ 3V, 32KHz(A/Dオフ)  
—<1µA平均スタンバイ電流 @ 3V

##### 図A—ピン配置



#### 概要

PIC16C711は高性能、低価格、CMOS、完全スタティック、EPROMベース、A/Dコンバータ内蔵8ビットマイクロコントローラです。

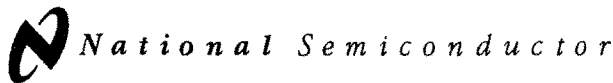
PIC16CXXマイクロコントローラの新しい、高機能化されたファミリーの最初の製品です。(PIC16C5X製品としてご存じの方は付録Aの最新リストをご覧ください)

2サイクル(16MHzで500ns)必要なプログラム分岐を除いて、すべてシングルサイクル(16MHzで250ns)で実行するシングルワード命令(14ビット幅)によって高性能を実現しています。PIC16C711には4個の割り込み要因と8レベルのハードウェアスタックがあります。

周辺回路には8ビットプリスケラ付8ビットタイマ/カウンタ(16bitタイマとして使用可能)、13本の双方向I/Oピン、8ビットA/Dコンバータがあります。大駆動電流(最大シンク電流25mA、最大ソース電流20mA)を持つI/Oピンによって、外部駆動回路が必要なくシステムコストを節約できます。

A/Dコンバータには4個のチャンネル、サンプル&ホールド、±1LSB精度を持った8ビットの分解能があります。変換時間はサンプルタイムを含んで平均30µsです。

PIC16C711製品にはアセンブラ、インサーキット・エミュレータ、置産用プログラムが用意されています。すべてのツールはIBM PCとその互換機でサポートされています。



TO-92  
Plastic Package

September 1997



BOTTOM VIEW  
DS005516-2

## LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D 高精度・摂氏直読温度センサ IC

### 概要

LM35 シリーズは出力が摂氏 (°C) 温度にリニアに比例する出力電圧を持つ高精度 IC 温度センサです。LM35 は絶対温度 (°K) で校正されるリニア温度センサに比べて優れた点があります。それはユーザが便利な °C スケールを得るために、出力から大きな一定電圧の差を求めなければならないからです。LM35 は室温で ±1/4°C、そして -55°C から +150°C までの全温度範囲で ±3/4°C の標準精度を得るために、外部の校正やトリミングを必要としません。ウェハ・レベルでのトリミングや校正により、外部でのトリミングが不要のため低コストが保証されます。LM35 の持っている低出力インピーダンス、リニア出力、そしてデバイスが固有に持っている正確な校正能力によって、表示回路または制御回路とのインタフェースが特に容易に実現されます。LM35 は単一電源またはプラス・マイナス両電源が使用可能です。電源からは 60µA の電流が流れるだけです。自己発熱は少なく、静止空気では 0.1°C 以下です。

LM35 は -55°C から +150°C の温度範囲で、また LM35C は -40°C から +110°C の範囲で動作します (-10°C において精度が改善されています)。LM35 シリーズはハーメチック TO-46 トランジスタ・パッ

ケージが、また LM35C、LM35CA および LM35D はプラスチック TO-92 トランジスタ・パッケージが用意されています。なお、LM35D には 8ピン SO パッケージとプラスチック TO-220 パッケージも用意されています。

### 特長

- 摂氏 (°C) 温度に直接校正されている
- 温度係数はリニアで +10.0mV/°C
- +25°C において 0.5°C の精度を保証
- -55°C ~ +150°C の温度範囲
- リモート・アプリケーションに最適
- ウェハ・レベル・トリミングによる低コスト化
- 4 ~ 30V の動作電源電圧範囲
- 60µA 以下の電流ドレイン
- 低自己発熱、静止空気では 0.08°C
- ±1/4°C 以下の非直線性 (代表値)
- 低出力インピーダンス、1mA 負荷で 0.1Ω

Vout  
0°C の時: 0mV  
25°C の時: 250mV  
100°C の時: 1000mV

### ■測定部コネクタピンアサイン (オス)

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. 外部電源端子 (+)                          | 13. オペアンプ3の+入力  |
| 2. ID1                                 | 14. 外部電源端子 (-)  |
| 3. ID2                                 | 15. NC          |
| 4. ID3                                 | 16. NC          |
| 5. ID4                                 | 17. オペアンプ2のOUT  |
| { ID1 ~ 4 は内部で Vcc にプルアップ<br>されています。 } |                 |
| 6. オペアンプ4のOUT (VrefのOUT)               | 18. オペアンプ2の-入力  |
| 7. オペアンプ4の-入力 (Vrefの-入力)               | 19. GND (グラウンド) |
| 8. オペアンプ4の+入力 (Vrefの+入力)               | 20. オペアンプ2の+入力  |
| 9. NC (未接続)                            | 21. 電源 (Vcc)    |
| 10. NC                                 | 22. オペアンプ1の+入力  |
| 11. オペアンプ3の-入力                         | 23. GND (グラウンド) |
| 12. オペアンプ3のOUT                         | 24. オペアンプ1の-入力  |
|  | 25. オペアンプ1のOUT  |

※ID1~4 はCMOSレベル入力で PIC-ADC 又はパソコンがこのピンの状態をチェックすることができ、測定ユニット毎に ID を設定することで今、何が繋がっているか知ることが可能です。

PIC-ADC PIC A/Dコンバータ 製作マニュアル  
Copyright © 1998 by Akizuki-Denshi, M.Ochiai

当キットの関するご質問は往復葉書又は封書にてお願いします。  
〒158-0095 東京都世田谷区瀬田5-35-6

# ◆ 24LC64 (シリアルEEPROM)



MICROCHIP

# 24AA64/24LC64/24C64

## 64K I<sup>2</sup>C™ CMOS Serial EEPROM

### DEVICE SELECTION TABLE

Part Number	Vcc Range	Max Clock Frequency	Temp Ranges
24AA64	1.8-5.5V	400 kHz <sup>†</sup>	C,I
24LC64	2.5-5.5V	400 kHz	C,I
24C64	4.5-5.5V	100 kHz	C,I,E

<sup>†</sup>100 kHz for Vcc < 2.5V

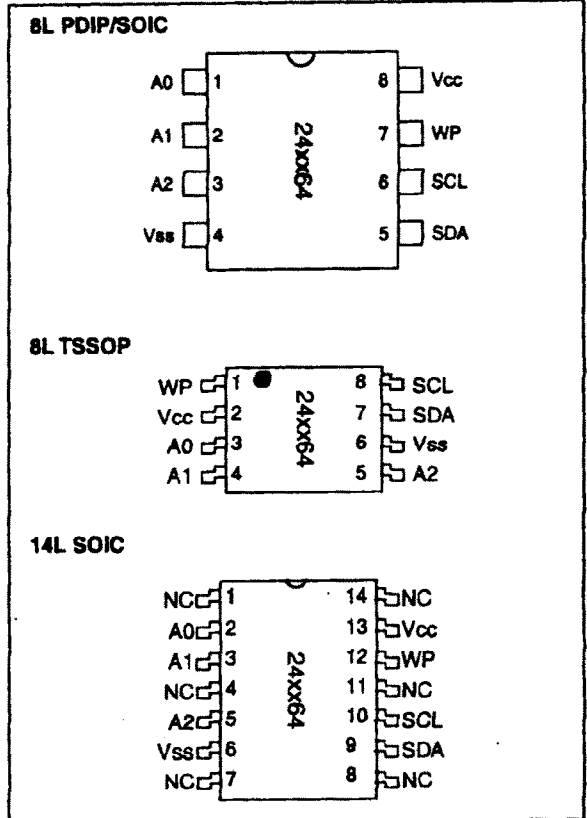
### FEATURES

- Low power CMOS technology
  - Maximum write current 3 mA at 5.5V
  - Maximum read current 250  $\mu$ A at 5.5V
  - Standby current 500 nA typical at 5.5V
- Two wire serial interface bus, I<sup>2</sup>C™ compatible
- Cascadable for up to eight devices
- Self-timed ERASE/WRITE cycle
- 32 byte page or byte write modes available
- 5 ms max write cycle time
- Hardware write protect for entire array
- Output slope control to eliminate ground bounce
- Schmitt trigger inputs for noise suppression
- 1,000,000 erase/write cycles guaranteed
- Electrostatic discharge protection > 4000V
- Data retention > 200 years
- 8-pin PDIP, SOIC (150 and 200mil) and TSSOP packages; 14-pin SOIC package
- Temperature ranges:
  - Commercial (C): 0°C to +70°C
  - Industrial (I): -40°C to +85°C
  - Automotive (E) -40°C to +125°C

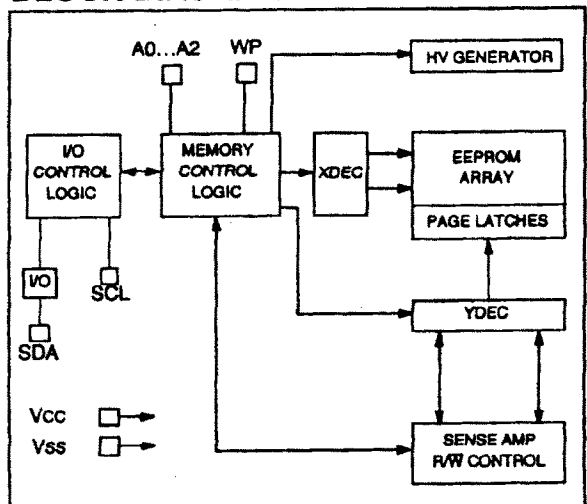
### DESCRIPTION

The Microchip Technology Inc. 24AA64/24LC64/24C64 (24xx64\*) is a 8K x 8 (64K bit) Serial Electrically Erasable PROM capable of operation across a broad voltage range (1.8V to 5.5V). It has been developed for advanced, low power applications such as personal communications or data acquisition. This device also has a page-write capability of up to 32 bytes of data. This device is capable of both random and sequential reads up to the 64K boundary. Functional address lines allow up to eight devices on the same bus, for up to 512 Kbits address space. This device is available in the standard 8-pin plastic DIP, 8-pin SOIC (150 mil and 200 mil), 8-pin TSSOP and 14-pin SOIC packages.

### PACKAGE TYPE



### BLOCK DIAGRAM



# ◆NJU7034D (4回路入りCMOSオペアンプ)

## 低電圧動作演算増幅器

### ■概要

NJU7031/32/34は、1回路、2回路及び4回路入りのC-MOSオペアンプです。

動作電圧は、3V (min) と低電圧駆動が可能で、出力は電源電圧範囲内でフルスイングが可能です。

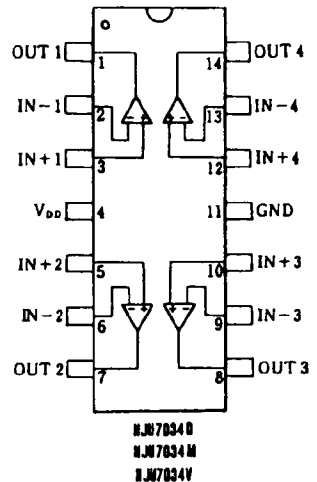
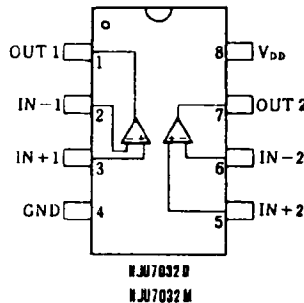
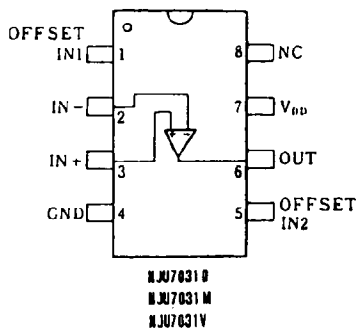
また、バイアス電流は1pAと低くグラウンド電位近辺の微小信号を増幅することができます。

さらに、消費電流は、1mA (typ)/1回路と低く、バッテリー駆動の各種機器に幅広く応用することができます。

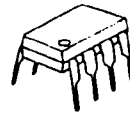
### ■特徴

- 単電源動作
- 動作電源電圧範囲 ( $V_{DD}=3\sim 16V$ )
- 高出力電圧振幅 ( $V_{OM}\geq 9.80V @ V_{DD}=10V$ )
- 低消費電流 (1mA/1回路 typ)
- 低バイアス電流 ( $I_{IB}=1pA$  typ)
- 位相補償回路内蔵
- オフセット調整端子付(NJU7031のみ)
- C-MOS構造
- 外形 DIP 8, 14'DMP 8, 14 /SSOP 8, 14

### ■端子配列



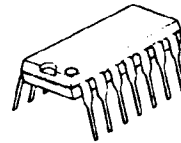
### ■外形



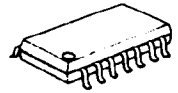
NJU7031 D  
NJU7032 D



NJU7031 M  
NJU7032 M



NJU7034 D



NJU7034 M



NJU7031 V



NJU7034 V

### ■電気的特性

( $T_a=25^\circ C$ ,  $V_{DD}=10V$ ,  $R_L=\infty$ )

項目	記号	条件	MIN	TYP	MAX	単位
入力オフセット電圧	$V_{IO}$	$R_s=50\Omega$	—	—	10	mV
入力オフセット電流	$I_{IO}$		—	1	—	pA
入力バイアス電流	$I_{IB}$		—	1	—	pA
入力抵抗	$R_{IN}$		—	1	—	TΩ
大振幅電圧利得	$A_v$		80	95	—	dB
同相入力電圧幅	$V_{ICM}$		0~9	—	—	V
最大出力電圧振幅	$V_{OM}$	$R_L=1M\Omega$	9.8	9.98	—	V
同相信号除去比	CMR		60	75	—	dB
電源変動除去比	SVR		60	75	—	dB
消費電流(1回路当り)	$I_{DD}$		—	1	2	mA
スルーレート	SR		—	3.5	—	V/ $\mu s$
利得帯域幅	$F_t$	$A_v=40dB$ , $C_L=10pF$	—	1.5	—	MHz

```

1 *****
2 PIC-ADC Ver 2.0
3 *****
4
5 LIST P=16C711,N=125,ST=OFF
6 INCLUDE P16C711.INC
7 INCLUDE PRIVATE.INC
8
9 TEMP_W EQU 0x0C
10 TEMP_FSR EQU 0x0D
11 TEMP_PCLATH EQU 0x0E
12 TEMP_STATUS EQU 0x0F
13 REC_BUF EQU 0x10
14 INT_LOOP_CNT EQU 0x11
15 TEMP_BUF EQU 0x12
16 EQU 0x13
17 REC_FLAG EQU 0x14
18 REC_DATA EQU 0x15
19 TMRO_FLAG EQU 0x16
20 RS_READ_WAIT1 EQU 0x17
21 RS_READ_WAIT2 EQU 0x18
22 RS_READ_WAIT3 EQU 0x19
23 RS_SEND_WAIT1 EQU 0x1A
24 RS_SEND_WAIT2 EQU 0x1B
25 RS_SEND_WAIT3 EQU 0x1C
26 DATA_SEND_BUF EQU 0x1D
27 D_S_LOOP_CNT EQU 0x1E
28 TEMP_CNT1 EQU 0x1F
29 EE_READ_BUF EQU 0x20
30 EE_LOOP_CNT EQU 0x21
31 EE_WRITE_BUF EQU 0x22
32 EE_ADDR_HI EQU 0x23
33 EE_ADDR_LO EQU 0x24
34 COUNT_HI EQU 0x25
35 COUNT_LO EQU 0x26
36 TIME00 EQU 0x27
37 TIME01 EQU 0x28
38 TIME02 EQU 0x29
39 TIME03 EQU 0x2A
40 MODE_X EQU 0x2B
41 EQU 0x2C
42 SEQU_BUF0 EQU 0x2D
43 SEQU_BUF1 EQU 0x2E
44 SEQU_BUF2 EQU 0x2F
45 SEQU_BUF3 EQU 0x30
46 SEQU_BUF4 EQU 0x31
47 SEQU_BUF5 EQU 0x32
48 SEQU_BUF6 EQU 0x33
49 TEMP_A EQU 0x34
50 TEMP_B EQU 0x35
51
52 ID_A EQU 0x36
53 ID_D EQU 0x37
54 ID_MSB EQU 0x38
55 CH_SELECT EQU 0x39
56 TIME00_SET EQU 0x3A
57 TIME01_SET EQU 0x3B
58 TIME02_SET EQU 0x3C
59 TIME03_SET EQU 0x3D
60 UNKNOWN_1 EQU 0x3E
61 UNKNOWN_2 EQU 0x3F
62 UNKNOWN_3 EQU 0x40
63 UNKNOWN_4 EQU 0x41
64 LOG_EADDR_LO EQU 0x42
65 LOG_EADDR_HI EQU 0x43
66
67
68 RX EQU 0x00
69 TX EQU 0x01
70 CLK EQU 0x02
71 DAT EQU 0x03
72
73
74
75
76
77
78 ORG 0x000
79 GOTO INITIALIZE_8E
80
81
82 ORG 0x004
83 GOTO INTERRUPT
84
85
86 Comment table
87
88 LABEL_S_TBL ADDWF PCL,F
89 retlw 0x50
90 retlw 0x49
91 retlw 0x43
92 retlw 0x2D
93 retlw 0x41
94 retlw 0x44
95 retlw 0x43
96 retlw 0x3D
97 retlw 0x56
98 retlw 0x31
99 retlw 0x3E
100 retlw 0x30
101 retlw 0x30
102 retlw 0xD
103 retlw 0xA
104 retlw 0x0
105 retlw 0x50
106 retlw 0x49
107 retlw 0x43
108 retlw 0x2D
109 retlw 0x4C
110 retlw 0x4F
111 retlw 0x4F
112 retlw 0x30
113 retlw 0x56
114 retlw 0x31
115 retlw 0x2E
116 retlw 0x30
117 retlw 0x30
118 retlw 0xD
119 retlw 0xA
120 retlw 0x0
121 retlw 0x50
122 retlw 0x49
123 retlw 0x43
124 retlw 0x2D
125 retlw 0x52
126 retlw 0x45
127 retlw 0x41
128 retlw 0x4C
129 retlw 0x56
130 retlw 0x31
131 retlw 0x2E
132 retlw 0x30
133 retlw 0x30
134 retlw 0xD
135 retlw 0xA

```

```

136 retlw 0x0
137
138
139
140
141 LABEL_36 ADDWF PCL,F
142 retlw 0x80
143 retlw 0x40
144 retlw 0x20
145 retlw 0x10
146
147
148 Recive flag check
149
150 WAIT_RS_DATA_3B movf REC_FLAG,F IF REC_FLAG=0 THEN WAIT_RS_DATA_3B
151 BTFSZ STATUS,Z ELSE LABEL_3E
152 goto WAIT_RS_DATA_3B
153
154 LABEL_3E clrf REC_FLAG REC_FLAG=0
155 movf REC_FLAG,F IF REC_FLAG=0 THEN RETURN
156 btfsz STATUS,Z ELSE LABEL_3E
157 goto LABEL_3E
158 return
159
160 INTERRUPT ROUTINE
161
162 INTERRUPT
163 movwf TEMP_W
164 swapf STATUS,W
165 clrf STATUS
166 movwf TEMP_STATUS
167 movf FSR,W
168 movwf TEMP_FSR
169 clrf FSR
170 movf PCLATH,W
171 movwf TEMP_PCLATH
172 clrf PCLATH
173
174 btfsz INTCON,INTF
175 goto RECIVE 0x60
176
177 btfsz INTCON,TOIF
178 goto TIMER 0x76
179
180 GOTO LABEL_56 ADD.981018
181
182 INTR_RET movf REC_BUF,W
183 movwf REC_DATA
184 movlw 0xFF
185 movwf REC_FLAG
186
187 LABEL_56 movf TEMP_PCLATH,W
188 movwf PCLATH
189 movf TEMP_FSR,W
190 movwf FSR
191 swapf TEMP_STATUS,W
192 movwf STATUS
193 swapf TEMP_W,F
194 swapf TEMP_W,W
195 bcf INTCON,INTF
196 RETLW 0
197
198 INTERRUPT RECIVE ROUTINE
199
200 RECIVE movf RS_READ_WAIT1,W for wait
201 movwf TEMP_BUF
202 decfsz TEMP_BUF,F
203 goto $-1 0x62
204
205 movlw 0x8
206 movwf INT_LOOP_CNT
207
208 LOOP_A movf RS_READ_WAIT2,W for wait
209 movwf TEMP_BUF
210 decfsz TEMP_BUF,F
211 goto $-1 0x68
212
213 btfsz PORTB,0
214 bcf STATUS,C
215 btfsz PORTB,0
216 bcf STATUS,C
217 bsf STATUS,C
218 rrf REC_BUF,F
219
220 decfsz INT_LOOP_CNT,F
221 goto LOOP_A 0x66
222
223 movf RS_READ_WAIT3,W for wait
224 movwf TEMP_BUF
225 decfsz TEMP_BUF,F
226 goto $-1 0x73
227
228 movf RS_READ_WAIT3,W ADD 981018
229 movwf TEMP_BUF ADD 981018
230 decfsz TEMP_BUF,F ADD 981018
231 goto $-1 ADD 981018
232
233 BCF INTCON,INTF ADD 981018
234
235 goto INTR_RET 0x52
236
237 INTERRUPT TIMER ROUTINE
238
239 TIMER movlw 0x4F 0x76
240 movwf TMRO
241 bcf INTCON,TOIF
242
243 movlw 0x1
244 subwf TIME00,F TIME= TIME - 1
245 btfsz STATUS,C
246 subwf TIME01,F
247 btfsz STATUS,C
248 subwf TIME02,F
249 btfsz STATUS,C
250 subwf TIME03,F
251 btfsz STATUS,C
252 btfsz STATUS,C if 0x2A,29,28,27 < 0 then LABEL_56
253 goto LABEL_56
254
255 movf TIME00_SET,W 3A > 27
256 movwf TIME00
257 movf TIME01_SET,W 3D > 28
258 movwf TIME01
259 movf TIME02_SET,W 3C > 29
260 movwf TIME02
261 movf TIME03_SET,W 3D > 2A
262 movwf TIME03
263
264 movlw 0xE1
265 movwf TMRO_FLAG
266 goto LABEL_56
267
268
269 INITIALIZE ROUTINE
270

```

```

371 INITIALIZE_RE movlw B'00011000' 1:1
372 option
373 clrf PORTA
374 movlw B'00001111'
375 movwf PORTB
376 movlw B'00011111'
377 tris PORTA
378 movlw B'11110001'
379 tris PORTB
380
381 movlw 0x4F :0x27:0x4F : RS232 WAIT TIME SETTING
382 movwf RS_READ_WAIT1 :19200 9600
383
384 movlw 0xAA :0x55:0xAA :
385 movwf RS_READ_WAIT2
386
387 movlw 0x55 :0x2A:0x55 :
388 movwf RS_READ_WAIT3
389
390 movlw 0xAA :0x55:0xAA :
391 movwf RS_SEND_WAIT1
392
393 movlw 0xAA :0x55:0xAA :
394 movwf RS_SEND_WAIT2
395
396 movlw 0xAA :0x55:0xAA :
397 movwf RS_SEND_WAIT3
398
399 clrf REC_FLAG
400 clrf TMRO_FLAG
401 call WAIT_354
402 call WAIT_354
403 call WAIT_354
404
405 movlw B'10010000'
406 movwf INTCON
407
408 clrf TIME00
409 clrf TIME01
410 clrf TIME02
411 clrf TIME03
412 clrf MODE_X
413
414 call READ_13B_22F :0xAD
415
416 movlw 'A'
417 subwf ID_A,W
418 btfss STATUS,Z
419 goto MAIN_BA
420
421 movlw 'D'
422 subwf ID_D,W
423 btfss STATUS,Z
424 goto MAIN_BA
425
426 btfss ID_MSB,7
427 goto MAIN_BA
428
429 movlw 0x1
430 movwf MODE_X
431
432 *****
433 LOG MODE = 1
434 *****
435
436 =====
437 MAIN & MODE SELECT
438 =====
439 MAIN_BA clrf PCLATH :0xBA
440 movf MODE_X,W
441 addwf PCL,F
442 goto ADC_C2 :MODE_X=0
443 goto LOG_130 :MODE_X=1
444 goto REAL_EE :MODE_X=2
445 clrf MODE_X
446 goto MAIN_BA
447
448 'PIC-ADC' ROUTINE
449 =====
450 ADC_C2 bcf INTCON,TOIE :0xC2
451 btfsc INTCON,TOIE
452 goto $-2
453 call WAIT_RS_DATA_3B
454
455 'w' Command 4byte
456 EEPROM DATA WRITE
457 ADDRESS_L + ADDRESS_H+ COUNT_L - COUNT_H
458
459 movlw 'w'
460 subwf REC_DATA,W
461 btfsc STATUS,Z
462 goto E_W_CMD_29D
463
464 'i' Command 0byte
465 PORTB DATA READ
466
467 movlw 'i'
468 subwf REC_DATA,W
469 btfsc STATUS,Z
470 goto LABEL_1AA
471
472 'o' Command 0byte
473 PORTB DATA WRITE
474
475 movlw 'o'
476 subwf REC_DATA,W
477 btfsc STATUS,Z
478 goto LABEL_1B2
479
480 's' Command 6byte
481 RS232 speed set
482
483 movlw 's'
484 subwf REC_DATA,W
485 btfsc STATUS,Z
486 goto LABEL_1B8
487 goto MAIN_BA
488
489 'PIC-REAL' ROUTINE
490 =====
491 REAL_EE BCF INTCON,GIE :ADD 981018
492 BTFSC INTCON,GIE :ADD 981018
493 GOTO $-2 :ADD 981018
494 MOVWLW B'00110000' :ADD 981018
495 MOVWF INTCON :ADD 981018
496 BSF INTCON,GIE :ADD 981018
497
498 bsf INTCON,TOIE
499
500 movf REC_FLAG,F
501 btfsc STATUS,Z
502 goto REAL_103 :if REC_FLAG=0 THEN GOTO REAL_103
503
504 call WAIT_RS_DATA_3B
505
506 movlw '?'
507 subwf REC_DATA,W
508 btfsc STATUS,Z
509 goto COMMENT_2D0 :if REC_DATA='?' THEN COMMENT_200 'PIC-REAL'
510
511 movf REC_DATA,W
512 movwf DATA_SEND_BUF
513 call DATA_SEND
514
515 bcf INTCON,TOIE
516 btfsc INTCON,TOIE
517 goto $-2
518
519 movlw 't'
520 subwf REC_DATA,W
521 btfss STATUS,Z
522 goto MAIN_BA :if REC_DATA < 't' THEN GOTO MAIN
523
524 clrf MODE_X
525 goto MAIN_BA :if REC_DATA = 't' THEN MODE_X=0 & GOTO MAIN
526
527 REAL_103 movf TMRO_FLAG,F
528 btfsc STATUS,Z
529 goto MAIN_BA :if TMRO_FLAG = 0 THEN GOTO MAIN
530
531 btfss CH_SELECT,7
532 goto LABEL_10E
533
534 movlw B'00000000'
535 movwf ADCON0 :if 0x39!7=1 THEN ENTRY CH0
536 call ADCON1_167
537 movf ADRES,W
538 movwf DATA_SEND_BUF
539 call DATA_SEND
540 AD RESULT
541
542 LABEL_10E btfss CH_SELECT,6
543 goto LABEL_116
544
545 movlw B'00010000'
546 movwf ADCON0 :if 0x39!6=1 THEN ENTRY CH1
547 call ADCON1_167
548 movf ADRES,W
549 movwf DATA_SEND_BUF
550 call DATA_SEND
551 AD RESULT
552
553 LABEL_116 btfss CH_SELECT,5
554 goto LABEL_11E
555
556 movlw B'00010000'
557 movwf ADCON0 :if 0x39!5=1 THEN ENTRY CH2
558 call ADCON1_167
559 movf ADRES,W
560 movwf DATA_SEND_BUF
561 call DATA_SEND
562 AD RESULT
563
564 LABEL_11E btfss CH_SELECT,4
565 goto LABEL_126
566
567 movlw B'00011000'
568 movwf ADCON0 :if 0x39!4=1 THEN ENTRY CH3
569 call ADCON1_167
570 movf ADRES,W
571 movwf DATA_SEND_BUF
572 call DATA_SEND
573 AD RESULT
574
575 LABEL_126 call TFLAG_CLR_162
576 goto MAIN_BA
577
578 LABEL_128 movlw B'11000001'
579 movwf ADCON0
580 call ADCON1_167

```

541	movl	ADRES, W	AD RESULT	676	subwf	ID_D, W	
542	movwf	DATA_SEND_BUF		677	btfsz	STATUS, Z	
543	call	DATA_SEND		678	goto	RETURN_1A7	if 0x37 <> 'D' THEN GOTO RETURN_1A7
544	call	TFLAG_CLR_162		679			
545	goto	MAIN_BA		680	btfsz	ID_MSB, 7	IF 0x38!7=0 THEN RETURN
546				681	goto	RETURN_1A7	
547				682			
548		'PIC-LOG' ROUTINE MODE_X=1		683	movf	LOG_EEADR_LO, W	EE_ADDRESS = LOG_ADDRESS
549				684	movwf	EE_ADR_LO	
550	LOG_130	BCF	INTCON, GIE	685	movf	LOG_EEADR_HI, W	
551		BTFSZ	INTCON, GIE	686	movwf	EE_ADR_HI	
552		GOTO	\$-2	687			
553		MOVLW	B'00110000'	688	movl	ADRES, W	WRITE ADRES TO EEPROM
554		MOVWF	INTCON	689	movwf	EE_READ_BUF	
555		bsf	INTCON, GIE	690	call	EE_WRITE_28D	
556				691			
557		bsf	INTCON, TOIE	692	movlw	0x1	LOG_ADDRESS = LOG_ADDRESS + 1
558				693	addwf	LOG_EEADR_LO, F	
559		movf	REC_FLAG, F	694	btfsz	STATUS, C	
560		btfsz	STATUS, Z	695	addwf	LOG_EEADR_HI, F	
561		goto	LOG_145	696			
562				697	movf	UNKNOWN_4, W	IF LOG_ADDRESS=(0x41.40) THEN
563		call	WAIT_RS_DATA_3B	698	subwf	LOG_EEADR_HI, W	IF 0x38!6 = 1 THEN MODE=0
564				699	btfsz	STATUS, C	LOG_ADDRESS=(0x3F.3E)
565				700	goto	LABEL_19B	ENDIF
566		movlw	'?'	701			
567		subwf	REC_DATA, W	702			
568		btfsz	STATUS, Z	703	movf	LOG_EEADR_LO, W	
569		goto	COMMENT_2CD	704	subwf	UNKNOWN_3, W	
570				705	btfsz	STATUS, C	
571		movf	REC_DATA, W	706	goto	LABEL_19B	
572		movwf	DATA_SEND_BUF	707			
573		call	DATA_SEND	708	btfsz	ID_MSB, 6	
574		bcf	INTCON, TOIE	709	goto	CLR_MODE_1A8	
575		btfsz	INTCON, TOIE	710			LOG_ADDRESS = (eeprom start address)
576		goto	\$-2	711	movf	UNKNOWN_1, W	
577				712	movwf	LOG_EEADR_LO	
578		movlw	't'	713	movwf	UNKNOWN_2, W	
579		subwf	REC_DATA, W	714	movwf	LOG_EEADR_HI	
580		btfsz	STATUS, Z	715	clrf	EE_ADR_HI	eeprom write finished address LO = LOG_ADDRESS_LO
581		goto	MAIN_BA	716	movf	0x0	
582				717	movwf	EE_ADR_LO	
583		clrf	MODE_X	718	movf	LOG_EEADR_LO, W	
584		goto	MAIN_BA	719	movwf	EE_READ_BUF	
585				720	call	EE_WRITE_28D	
586				721			
587	LOG_145	movf	TMRO_FLAG, F	722	clrf	EE_ADR_HI	eeprom write finished address HI = LOG_ADDRESS_HI
588		btfsz	STATUS, Z	723	movlw	0x0	
589		goto	MAIN_BA	724	movwf	EE_ADR_LO	
590				725	movf	LOG_EEADR_HI, W	
591		btfsz	CH_SELECT, 7	726	movwf	EE_READ_BUF	
592		goto	LABEL_14E	727	call	EE_WRITE_28D	
593				728	return		
594		movlw	B'00000001'	729			
595		movwf	ADCON0	730			
596		call	ADCON1_167	731			
597		call	TIMEOUT_177	732			
598				733			
599	LABEL_14E	btfsz	CH_SELECT, 6	734	CLR_MODE_1A8	clrf	MODE_X
600		goto	LABEL_154	735		return	
601				736			
602		movlw	B'00001001'	737			
603		movwf	ADCON0	738			
604		call	ADCON1_167	739			
605		call	TIMEOUT_177	740	LABEL_1AA	movlw	B'11110001'
606				741		tris	PORTB
607	LABEL_154	btfsz	CH_SELECT, 5	742		movf	PORTB, W
608		goto	LABEL_15A	743		movwf	DATA_SEND_BUF
609				744		call	DATA_SEND
610		movlw	B'00010001'	745		goto	MAIN_BA
611		movwf	ADCON0	746			
612		call	ADCON1_167	747			
613		call	TIMEOUT_177	748			
614				749			
615	LABEL_15A	btfsz	CH_SELECT, 4	750			
616		goto	LABEL_160	751			
617				752			
618		movlw	B'00011001'	753	LABEL_1B2	call	WAIT_RS_DATA_3B
619		movwf	ADCON0	754		movlw	B'00000001'
620		call	ADCON1_167	755		tris	PORTB
621		call	TIMEOUT_177	756		movf	REC_DATA, W
622				757		movwf	PORTB
623	LABEL_160	call	TFLAG_CLR_162	758		goto	MAIN_BA
624		goto	MAIN_BA	759			
625				760			
626				761			
627				762			
628				763			
629	TFLAG_CLR_162	clrf	TMRO_FLAG	764	LABEL_1B8	movlw	0x6
630		movf	TMRO_FLAG, F	765		movwf	D_S_LOOP_CNT
631		btfsz	STATUS, Z	766		call	SEQUENCE_1CD
632		goto	TFLAG_CLR_162	767		btfsz	STATUS, Z
633		return		768		goto	MAIN_BA
634				769			
635				770			
636	CH_SELECT			771		movlw	'S'
637		76543210		772		movwf	DATA_SEND_BUF
638		PCFG0		773		call	DATA_SEND
639		PCFG1		774		movf	SEQU_BUF0, W
640		CH4		775		movwf	RS_READ_WAIT1
641		CH3		776		movf	SEQU_BUF1, W
642		CH2		777		movwf	RS_READ_WAIT2
643		CH1		778		movf	SEQU_BUF2, W
644				779		movwf	RS_READ_WAIT3
645	ADCON1_167	movf	CH_SELECT, W	780			
646		BANK1		781		movf	SEQU_BUF3, W
647		movwf	ADCON1	782		movwf	RS_READ_WAIT1
648		BANK0		783		movf	SEQU_BUF4, W
649				784		movwf	RS_READ_WAIT2
650		movf	CH_SELECT, W	785		movf	SEQU_BUF5, W
651		movwf	TEMP_A	786		movwf	RS_READ_WAIT3
652		swapf	TEMP_A, F	787		goto	MAIN_BA
653		movlw	B'11000000'	788			
654		andwf	TEMP_A, F	789			
655		bsf	TEMP_A, 0	790			
656		movf	TEMP_A, W	791			
657		iorwf	ADCON0, F	792			
658				793			
659		CALL	WAIT_354	794			
660		bsf	ADCON0, 0	795			
661		btfsz	ADCON0, 0	796			
662		goto	\$-1	797	LABEL_1D0	call	WAIT_RS_DATA_3B
663		return		798		movf	REC_DATA, W
664				799		addwf	SEQU_BUF6, F
665				800		movf	REC_DATA, W
666				801		movwf	INDF
667				802		incf	FSR, F
668	TIMEOUT_177	call	READ_13R_22F	803		decfsz	D_S_LOOP_CNT, F
669				804		goto	LABEL_1D0
670		movlw	'A'	805			
671		subwf	ID_A, W	806		call	WAIT_RS_DATA_3B
672		btfsz	STATUS, Z	807		movf	REC_DATA, W
673		goto	RETURN_1A7	808		addwf	SEQU_BUF6, F
674				809		return	
675		movlw	'D'	810			

```

811 : 'd' Command
812 : Log mode start 5Byte
813 :
814 :
815 LABEL_1DC movlw 0x5 0x1DC
816 movwf D_S_LOOP_CNT
817 call SEQUENCE_ICD
818 btfsz STATUS, Z
819 goto MAIN_BA
820
821 movlw 0x44 'D'
822 movwf DATA_SEND_BUF
823 call DATA_SEND
824
825 movf SEQU_BUF0, W
826 movwf CH_SELECT
827
828 movf SEQU_BUF1, W
829 movwf TIME00_SET
830 movf SEQU_BUF2, W
831 movwf TIME01_SET
832 movf SEQU_BUF3, W
833 movwf TIME02_SET
834 movf SEQU_BUF4, W
835 movwf TIME03_SET
836
837 movf TIME00_SET, W
838 movwf TIME00
839 movf TIME01_SET, W
840 movwf TIME01
841 movf TIME02_SET, W
842 movwf TIME02
843 movf TIME03_SET, W
844 movwf TIME03
845
846 movlw 0x02
847 movwf MODE_X MODE=2 REALMODE
848 goto MAIN_BA
849
850 :
851 : COMMAND 'a' 3byte
852 : Measure CHx Ntime to RS232
853 :
854 LABEL_1F9 movlw 0x3 NEED 3byte data
855 movwf D_S_LOOP_CNT
856 call SEQUENCE_ICD
857 btfsz STATUS, Z
858 goto MAIN_BA
859
860 movlw 0x41 'A'
861 movwf DATA_SEND_BUF
862 call DATA_SEND
863
864 BANK1
865 movf SEQU_BUF0, W 0x2D --- --xx > ADCON1
866 movwf ADCON1
867
868 BANK0
869 movlw B'11111100'
870 andwf SEQU_BUF0, F
871 bsf SEQU_BUF0, 0
872 movf SEQU_BUF0, W 0x2D xxxx xx-0 > ADCON0
873 movwf ADCON0
874
875 movf SEQU_BUF1, W COUNT=?
876 movwf COUNT_LO
877 movf SEQU_BUF2, W
878 movwf COUNT_HI
879
880 clrf ADRES
881
882 LABEL_20F movf ADRES, W
883 movwf DATA_SEND_BUF
884
885 bsf ADCON0, GO AD START
886 call DATA_SEND
887
888 btfsz ADCON0, GO WAIT AD FINSH
889 goto 4-1
890
891 movlw 0x1
892 subwf COUNT_LO, F IF (COUNT - 1)=0 THEN GOTO MAIN
893 btfsz STATUS, C ELSE GOTO LABEL_20F
894 subwf COUNT_HI, F
895 btfsz STATUS, C
896 goto LABEL_20F
897 goto MAIN_BA
898
899 :
900 : Command 'g'
901 : RS232 recive data to ADCON0, 1
902 :
903 LABEL_21C call WAIT_RS_DATA_3B
904 BANK1
905 movf REC_DATA, W
906 movwf ADCON1
907
908 BANK0
909 movlw B'11111100'
910 andwf REC_DATA, F
911 bsf REC_DATA, 0
912 movf REC_DATA, W
913 movwf ADCON0
914 call AD_GO_228
915 goto MAIN_BA
916
917 :
918 : Measure AD data & send to RS232
919 :
920 AD_GO_228 bsf ADCON0, GO
921 btfsz ADCON0, GO
922 goto 4-1
923 movf ADRES, W
924 movwf DATA_SEND_BUF
925 call DATA_SEND
926 return
927
928 :
929 : 13 byte EEPROM DATA read routine FROM 0x0000
930 :
931 READ_13B_22F clrf EE_ADR_HI 0x22F
932 clrf EE_ADR_LO
933
934 clrf COUNT_HI COUNT= 0x000D=13
935 movlw 0xD
936 movwf COUNT_LO
937
938 movlw ID_A FSR = 0x36
939 movwf FSR
940
941 :
942 : RADOM READ OPERATION
943 :
944 call EE_START_2E5 START CONDITION
945 movlw 0xA0 SLAVE ADDRESS with WRITE

```

```

946 movwf EE_WRITE_BUF
947 call EE_WRITE
948 movf EE_ADR_HI, W ADDRESS HI
949 movwf EE_WRITE_BUF
950 call EE_WRITE
951 movf EE_ADR_LO, W ADDRESS LOW
952 movwf EE_WRITE_BUF
953 call EE_WRITE
954 call EE_START_2E5 START CONDITION
955 movlw 0xA1 SLAVE ADDRESS with READ
956 movwf EE_WRITE_BUF
957 call EE_WRITE
958 LABEL_244 call EREAD_CNTI_310 EEPROM DATA READ
959
960 :
961 : END
962
963 movf EE_READ_BUF, W
964 movwf INDF DATA store to 0x36...0x43
965 incf FSR, F
966
967 movlw 0x01 IF COUNT<>0 THEN GOTO LABEL_244
968 subwf COUNT_LO, F
969 movlw 0x01
970 btfsz STATUS, C
971 subwf COUNT_HI, F
972 btfsz STATUS, C
973 goto LABEL_244
974
975 call EREAD_STOP_317
976 call EE_STOP_2EE
977 return
978
979 :
980 : 'r' Command 4byte
981 :
982 :
983 LABEL_253 movlw 0x04 0x253
984 movwf D_S_LOOP_CNT
985 call SEQUENCE_ICD
986 btfsz STATUS, Z
987 goto MAIN_BA
988
989 movf SEQU_BUF0, W 2D > 24
990 movwf EE_ADR_LO
991 movf SEQU_BUF1, W 2E > 23
992 movwf EE_ADR_HI
993 movf SEQU_BUF2, W 2F > 26
994 movwf COUNT_LO
995 movf SEQU_BUF3, W 30 > 25
996 movwf COUNT_HI
997
998 movlw 'R' 'R'
999 movwf DATA_SEND_BUF
1000 call DATA_SEND
1001
1002 movlw 0x01 COUNT=COUNT-1
1003 subwf COUNT_LO, F IF COUNT=0 THEN
1004 btfsz STATUS, C
1005 subwf COUNT_HI, F
1006 call EE_START_2E5
1007
1008 movlw 0xA0
1009 movwf EE_WRITE_BUF
1010 call EE_WRITE
1011
1012 movf EE_ADR_HI, W
1013 movwf EE_WRITE_BUF
1014 call EE_WRITE
1015
1016 movf EE_ADR_LO, W
1017 movwf EE_WRITE_BUF
1018 call EE_WRITE
1019
1020 call EE_START_2E5
1021
1022 movlw 0xA1
1023 movwf EE_WRITE_BUF
1024 call EE_WRITE
1025
1026 LABEL_275 call EREAD_CNTI_310
1027 movf EE_READ_BUF, W
1028 movwf DATA_SEND_BUF
1029 call DATA_SEND
1030 call WAIT_RS_DATA_3B
1031 movf REC_DATA, W
1032 subwf EE_READ_BUF, W
1033 btfsz STATUS, Z
1034 goto LABEL_28B
1035
1036 movlw 0x01
1037 subwf COUNT_LO, F
1038 btfsz STATUS, C
1039 subwf COUNT_HI, F
1040 btfsz STATUS, C
1041 goto LABEL_275
1042
1043 call EREAD_STOP_317
1044 call EE_STOP_2EE
1045
1046 movf EE_READ_BUF, W
1047 movwf DATA_SEND_BUF
1048 call DATA_SEND
1049
1050 call WAIT_RS_DATA_3B
1051 goto MAIN_BA
1052
1053 LABEL_28B call EE_STOP_2EE
1054 movlw MAIN_BA
1055
1056 :
1057 : EEPROM DATA WRITE
1058 :
1059 EE_WRITE_28D call EE_INIT_2DD EEPROM INITIALIZE
1060 LABEL_28E call EE_START_2E5 START CONDITION
1061
1062 movlw 0xA0 SLAVE ADDRESS & W
1063 movwf EE_WRITE_BUF
1064 call EE_WRITE
1065
1066 movf EE_ADR_HI, W ADDRESS_HI
1067 movwf EE_WRITE_BUF
1068 call EE_WRITE
1069
1070 movf EE_ADR_LO, W ADDRESS_LO
1071 movwf EE_WRITE_BUF
1072 call EE_WRITE
1073
1074 movf EE_READ_BUF, W WRITE DATA
1075 movwf EE_WRITE_BUF
1076 call EE_WRITE
1077
1078 call EE_STOP_2EE STOP CONDITION
1079
1080 call EE_STOP_2EE

```



1081	return		
1082			
1083	-----		
1084	EEPROM WRITE COMMAND		
1085			
1086	E_W_CMD_29D	movlw 0x04	0x29D
1087		movwf D_S_LOOP_CNT	
1088		call SEQUENCE_1CD	
1089		btfsz STATUS, Z	
1090		goto MAIN_BA	
1091			
1092		movf SEQU_BUF0, W	2D > 24
1093		movwf EE_ADR_LO	
1094		movf SEQU_BUF1, W	2E > 23
1095		movwf EE_ADR_HI	
1096		movf SEQU_BUF2, W	2F > 26
1097		movwf COUNT_LO	
1098		movf SEQU_BUF3, W	30 > 25
1099		movwf COUNT_HI	
1100			
1101		movlw 0x57	'7'
1102		movwf DATA_SEND_BUF	
1103			
1104		call DATA_SEND	
1105			
1106	LABEL_2AD	call EE_START_2E5	
1107			
1108		movlw 0xA0	EE WRITE SLAVE ADDRESS
1109		movwf EE_WRITE_BUF	
1110		call EE_WRITE	
1111			
1112		movf EE_ADR_HI, W	EE WRITE ADDRESS 1
1113		movwf EE_WRITE_BUF	
1114		call EE_WRITE	
1115			
1116		movf EE_ADR_LO, W	EE WRITE ADDRESS 2
1117		movwf EE_WRITE_BUF	
1118		call EE_WRITE	
1119			
1120		call WAIT_RS_DATA_3B	ONE RS232 DATA WAIT
1121			
1122		movf REC_DATA, W	EE WRITE DATA
1123		movwf EE_WRITE_BUF	
1124		call EE_WRITE	
1125			
1126		call EE_STOP_2EE	
1127		call EE_INIT_2DD	
1128			
1129		movf REC_DATA, W	
1130		movwf DATA_SEND_BUF	
1131		call DATA_SEND	
1132			
1133		movlw 0x01	EE_ADR = EE_ADR + 1
1134		addwf EE_ADR_LO, F	
1135		btfsz STATUS, C	
1136		addwf EE_ADR_HI, F	
1137			
1138		movlw 0x1	COUNT = COUNT - 1
1139		subwf COUNT_LO, F	
1140		btfsz STATUS, C	
1141		subwf COUNT_HI, F	
1142		btfsz STATUS, C	
1143		goto LABEL_2AD	
1144			
1145		goto MAIN_BA	
1146			
1147			
1148	Comment output		
1149			
1150	COMMENT_2CB	clrf 0x2C	0x2CB
1151		goto COMMENT_2D2	
1152			
1153			
1154	COMMENT_2CD	movlw 0x10	0x2CD
1155		movwf 0x2C	
1156		goto COMMENT_2D2	
1157			
1158			
1159	COMMENT_2D0	movlw 0x20	0x2D0
1160		movwf 0x2C	
1161			
1162			
1163	COMMENT_2D2	clrf PCLATH	0x2D2
1164		movlw 0x10	
1165		movwf SEQU_BUF6	
1166			
1167	COMMENT_2D5	movf 0x2C, W	
1168		call LABEL_5_TBL	
1169		movwf DATA_SEND_BUF	
1170		call DATA_SEND	
1171		incf 0x2C, F	
1172			
1173		decfsz SEQU_BUF6, F	
1174		goto COMMENT_2D5	
1175		goto MAIN_BA	
1176			
1177			
1178	EEPROM INITIALIZE		
1179			
1180	EE_TINIT_2DD	call EE_START_2E5	0x2DD
1181		movlw 0xA0	
1182		movwf EE_WRITE_BUF	
1183		call EE_WRITE	
1184		call EE_STOP_2EE	
1185		btfsz EE_WRITE_BUF, 0x0	
1186		goto EE_INIT_2DD	
1187		return	
1188			
1189			
1190	EEPROM START CONDITION GENERATE		
1191			
1192	EE_START_2E5	bsf PORTB, DAT	CLK=? DAT=1
1193		call WAIT_10_STEP	
1194		bsf PORTB, CLK	CLK=1 DAT=1
1195		call WAIT_10_STEP	
1196		bcf PORTB, DAT	CLK=1 DAT=0
1197		call WAIT_10_STEP	
1198		bcf PORTB, CLK	CLK=0 DAT=0
1199		call WAIT_10_STEP	
1200		return	
1201			
1202			
1203	EEPROM stop condition generate		
1204			
1205	EE_STOP_2EE	bsf PORTB, CLK	CLK=1 DAT=0
1206		call WAIT_10_STEP	
1207		bsf PORTB, DAT	CLK=1 DAT=1
1208		call WAIT_10_STEP	
1209		bcf PORTB, CLK	CLK=0 DAT=1
1210		CALL WAIT_10_STEP	
1211		return	
1212			
1213			
1214	EEPROM WRITE SUBROUTINE		
1215			
1216	EE_WRITE	movlw 0x8	0x2F5
1217		movwf EE_LOOP_CNT	
1218			
1219	EE_WRITE_LOOP	rflf EE_WRITE_BUF, F	
1220		btfsz STATUS, C	
1221		bcf PORTB, DAT	
1222		btfsz STATUS, C	
1223		bsf PORTB, DAT	
1224			
1225		call WAIT_10_STEP	
1226		bsf PORTB, CLK	
1227			
1228		call WAIT_10_STEP	
1229		bcf PORTB, CLK	
1230			
1231		decfsz EE_LOOP_CNT, F	
1232		goto EE_WRITE_LOOP	
1233			
1234		movlw B'11111001'	DAT input mode
1235		tris PORTB	
1236			
1237		call WAIT_10_STEP	
1238			
1239		bsf PORTB, CLK	
1240			
1241		call WAIT_354	981018 CHANGE WAIT_10_STEP to WAIT_354
1242			
1243		clrf EE_WRITE_BUF	
1244		btfsz PORTB, DAT	ACK check
1245		decf EE_WRITE_BUF, F	
1246			
1247		movlw B'11110001'	
1248		tris PORTB	
1249			
1250		bcf PORTB, CLK	
1251		call WAIT_10_STEP	
1252		bcf PORTB, DAT	
1253		return	
1254			
1255			
1256	EEPROM READ operation continue		
1257			
1258	EREAD_CNT1_310	call EE_READ	
1259		bcf PORTB, DAT	CLK=0 DAT=0
1260		bsf PORTB, CLK	CLK=1 DAT=0
1261		call WAIT_10_STEP	
1262		bcf PORTB, CLK	CLK=0 DAT=0
1263		call WAIT_10_STEP	
1264		return	
1265			
1266			
1267	EEPROM READ operation stop		
1268			
1269	EREAD_STOP_317	call EE_READ	0x317
1270		bsf PORTB, DAT	CLK=0 DAT=1
1271		bsf PORTB, CLK	CLK=1 DAT=1
1272		call WAIT_10_STEP	
1273		bcf PORTB, CLK	CLK=0 DAT=1
1274		call WAIT_10_STEP	
1275		return	
1276			
1277			
1278	EEPROM DATA READ		
1279			
1280	EE_READ	movlw 0x8	0x31E
1281		movwf EE_LOOP_CNT	
1282			
1283		movlw B'11111001'	RB3:OUT:CLK RB4:IN:DAT
1284		tris PORTB	
1285			
1286	EE_READ_LOOP	bsf PORTB, CLK	
1287		call WAIT_10_STEP	
1288		btfsz PORTB, DAT	
1289		bcf STATUS, C	
1290		btfsz PORTB, DAT	
1291		bsf STATUS, C	
1292		rflf EE_READ_BUF, F	
1293		bcf PORTB, CLK	
1294			
1295		call WAIT_10_STEP	
1296			
1297		decfsz EE_LOOP_CNT, F	
1298		goto EE_READ_LOOP	
1299			
1300		movlw B'11110001'	RB3:OUT:CLK RB4:OUT:DAT
1301		tris PORTB	
1302			
1303		call WAIT_10_STEP	
1304			
1305		return	
1306			
1307			
1308	WAIT 10 STEP		
1309			
1310	WAIT_10_STEP	goto \$+1	1, 2 0x331
1311		goto \$+1	3, 4
1312		goto \$+1	5, 6
1313		goto \$+1	7, 8 *200ns=4us
1314		return	
1315			
1316			
1317	DATA SEND ROUTINE		
1318			
1319	DATA_SEND	bcf INTCON, GIE	0x335
1320		btfsz INTCON, GIE	
1321		goto \$-2	
1322		bcf PORTB, TX	
1323			
1324		movf RS_SEND_WAIT1, W	
1325		movwf TEMP_CNT1	
1326		decfsz TEMP_CNT1, F	
1327		goto \$-1	
1328			
1329		movlw 0x8	
1330		movwf D_S_LOOP_CNT	
1331			
1332	LOOP_TX	rflf DATA_SEND_BUF, F	
1333		btfsz STATUS, C	
1334		bcf PORTB, TX	
1335		btfsz STATUS, C	
1336		bsf PORTB, TX	
1337			
1338		movf RS_SEND_WAIT2, W	
1339		movwf TEMP_CNT1	
1340		decfsz TEMP_CNT1, F	
1341		goto \$-1	
1342			
1343		decfsz D_S_LOOP_CNT, F	
1344		goto LOOP_TX	
1345			
1346		goto \$+1	
1347		goto \$+1	
1348		goto \$+1	
1349		bsf PORTB, TX	
1350		bsf INTCON, GIE	

```

1351
1352      movf  RS_SEND_WAIT3,W  :
1353      movwf TEMP_CNT1        :
1354      decfsz TEMP_CNT1,F     :
1355      goto  $-1              :
1356      return                 :
1357
1358 :-----:
1359 : WAIT SUBROUTINE
1360 :-----:
1361 WAIT_354      movlw  0x13      : data0x27=SMS 0x13=2.5ms
1362              movwf  TEMP_A
1363 LABEL_356      movlw  0x5B
1364              movwf  TEMP_B
1365 LABEL_358      nop
1366              nop
1367              nop
1368              nop
1369              decfsz TEMP_B,F
1370              goto  LABEL_358
1371              decfsz TEMP_A,F
1372              goto  LABEL_356
1373              return
1374
1375      _CONFIG  _CP_OFF & _PWRTM_ON & _WDT_OFF & _HS_OSC & _BODEN_ON
1376      END

```

**LM35 / LM35A / LM35C / LM35CA / LM35D**  
**Precision Centigrade Temperature Sensors**

**■概要**

LM35シリーズは出力が摂氏(°C)温度にリニアに比例する出力電圧を持つ高精度(1°C)温度センサです。LM35は絶対温度(°K)で校正されるニア温度センサに比べて優れた点があります。それはユーザーが便利なスケールを得るために、出力から大きな一定電圧の差を求める必要がないからです。LM35は室温で±1/4°C、そして-55°Cから+150°Cまでの全温度範囲で±3/4°Cの標準精度を得るために、外部の校正やトリミングを必要としません。ウェハ・レベルでのトリミングや校正により、低コストが保証されます。LM35の持っている低出力インピーダンス、リニア出力、そしてデバイスが固有に持っている正確な校正能力によって、表示回路または制御回路とのインターフェースが特に容易に実現されます。LM35は単一電源またはプラス・マイナス両電源で使用可能です。電源からは60µAの電流が流れるだけで済みます。自己発熱は少なく、静止電流が0.1°C以下です。

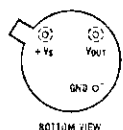
LM35は-55°Cから+150°Cの温度範囲で、またLM35Cは-40°Cから+110°Cの範囲で動作します(-10°C改善された精度を持つ)。LM35シリーズはハーフブリックTO-46トランジスタ・パッケージが、またLM35CはプラスブリックTO-92トランジスタ・パッケージが用意されています。

**■特長**

- 摂氏(°C)温度に直接校正されている。
- 温度係数はリニアで+10.0mV/°C
- 保証可能な0.5°Cの精度(25°C)
- リモート・アプリケーションに最適
- ウェハ・レベル・トリミングによる低コスト化
- 4~30Vの動作電源電圧範囲
- 60µA以下の電流ドレイン
- 低自己発熱 静止電流で0.08°C
- ±1/4°C以下の非直線性(代表値)
- 低出力インピーダンス、1mA負荷で0.1Ω

**Connection Diagrams**

**TO-46**  
**Metal Can Package\***

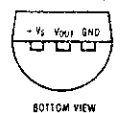


TLHM/5516-1

\*Case is connected to negative pin

Order Number LM35H, LM35AH,  
LM35CH, LM35CAH or LM35DH  
See NS Package Number H03H

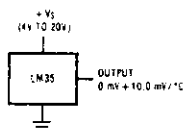
**TO-92**  
**Plastic Package**



TLHM/5516-2

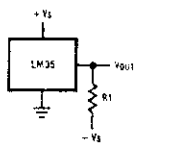
Order Number LM35CZ or LM35DZ  
See NS Package Number Z03A

**Typical Applications**



TLHM/5516-3

**FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (±2°C to +150°C)**



TLHM/5516-4

**FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor**

Choose  $R_1 = -V_S/50 \mu A$

$V_{OUT} = +1.500 \text{ mV at } +150^\circ\text{C}$   
 $= +250 \text{ mV at } +25^\circ\text{C}$   
 $= -550 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$

**絶対最大定格(Notes 10)**

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照下さい。

電源電圧	+35V to -0.2V
出力電圧	+6V to -1.0V
出力電流	10mA
保存温度範囲	TO-46パッケージ -60°C to +180°C TO-92パッケージ -60°C to +150°C
リード温度(ハンダ付け、10秒)	
	TO-46パッケージ 300°C TO-92パッケージ 260°C

**動作温度範囲 T<sub>MIN</sub>~T<sub>MAX</sub>**

(Note 2)	
LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

**電気的特性 (Notes 1) (Notes 6)**

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.2	±0.5		±0.2	±0.5		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	±0.3			±0.3		±1.0	°C
	$T_A = T_{MAX}$	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		°C
	$T_A = T_{MIN}$	±0.4	±1.0		±0.4		±1.5	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	±0.18		±0.35	±0.15		±0.3	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0		+9.9, +10.1	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		mV/mA
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	±0.5		±3.0	±0.5		±3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.01	±0.05		±0.01	±0.05		mV/V
	$4 \text{ V} \leq V_S \leq 30 \text{ V}$	±0.02		±0.1	±0.02		±0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5 \text{ V}, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		µA
	$V_S = +5 \text{ V}$	105		131	91		114	µA
	$V_S = +30 \text{ V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		µA
	$V_S = +30 \text{ V}$	105.5		133	91.5		116	µA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4 \text{ V} \leq V_S \leq 30 \text{ V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		µA
	$4 \text{ V} \leq V_S \leq 30 \text{ V}$	0.5		2.0	0.5		2.0	µA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	µA/°C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$ , for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

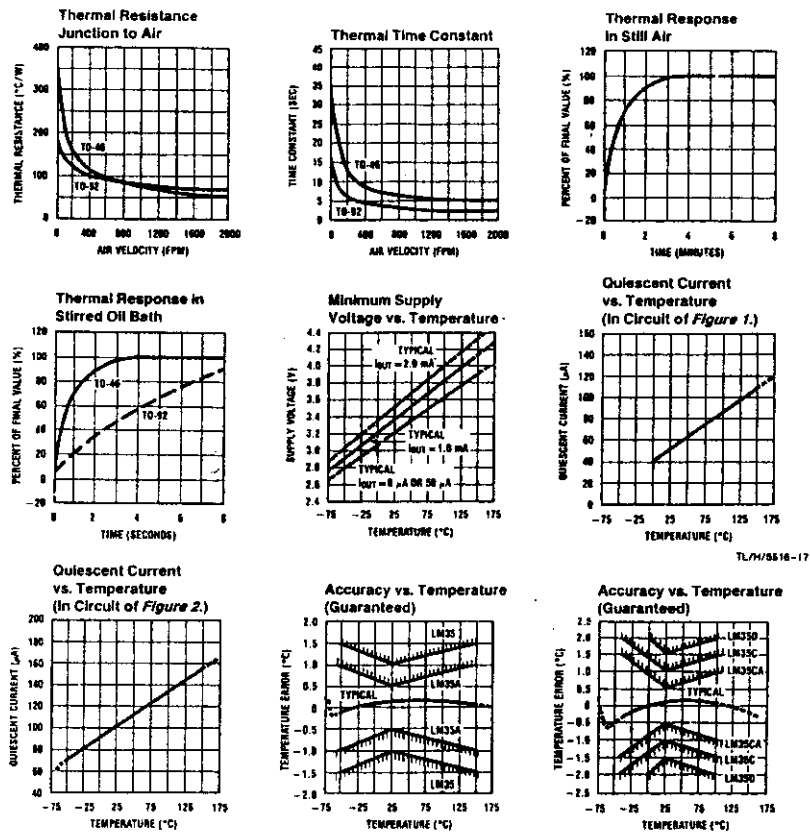
Note 1. 特記のない限り、これらの仕様は以下の条件で適用されます。LM35およびLM35Aでは-55°C ≤ T<sub>J</sub> ≤ +160°C、LM35CおよびLM35CAでは-40°C ≤ T<sub>J</sub> ≤ +110°C、そしてLM35Dでは0°C ≤ T<sub>J</sub> ≤ +100°C。FIGURE2の回路においてV<sub>S</sub> = +5VdcとしてI<sub>LOAD</sub> = 50µA。FIGURE1の回路では+2°CからT<sub>MAX</sub>まで適用されます。数字の仕様は全定格温度範囲に対して適用されます。Note 2. TO-46パッケージの熱抵抗は、接合部から周囲温度で440°C/W、接合部からケースで24°C/Wです。TO-92パッケージの熱抵抗は、接合部から周囲温度で180°C/Wです。

電気的特性 (Note 1) (Note 6) (つづき)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		$\pm 0.4$	$\pm 1.0$	$\pm 1.5$	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5$			$\pm 0.5$		$\pm 1.5$	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.8$	$\pm 1.5$		$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	$\pm 0.8$		$\pm 2.0$	$^{\circ}\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$				$\pm 0.6$	$\pm 1.5$		$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				$\pm 0.9$		$\pm 2.0$	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				$\pm 0.9$		$\pm 2.0$	$^{\circ}\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.3$		$\pm 0.5$	$\pm 0.2$		$\pm 0.5$	$^{\circ}\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope) <sup>*</sup>	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$+10.0$	$+9.8$ , $+10.2$		$+10.0$		$+9.8$ , $+10.2$	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1\text{mA}$	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.4$ $\pm 0.5$	$\pm 2.0$		$\pm 0.4$ $\pm 0.5$	$\pm 2.0$	$\pm 5.0$	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$ $4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 0.1$		$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 0.1$	$\pm 2.0$	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$	56	80		56	80		$\mu\text{A}$
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91		138	$\mu\text{A}$
	$V_S = +30\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$	56.2	82		56.2	82		$\mu\text{A}$
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	$\mu\text{A}$
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	$\mu\text{A}$
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.7$	$+0.39$		$+0.7$	$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	$+1.5$		$+2.0$	$+1.5$		$+2.0$	$^{\circ}\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$ for 1000 hours	$\pm 0.08$			$\pm 0.08$			$^{\circ}\text{C}$

Note 3: レギュレーションは、ロー・デューティ・サイクルでのパルス・テストにより、一定の検査部温度で測定されたものです。熱効果による出力の変化は、熱抵抗による内部消費の和によって計算されます。  
 Note 4: Tested Limitは保証され、製造時に100%テストされています。  
 Note 5: Design Limitは表示される温度や電圧範囲に対して保証されますが、製造時の100%テストは実施されません。この数値は出荷品質水準を計算するために用いられません。  
 Note 6: 太字の仕様は全定格温度範囲に対して適用されます。  
 Note 7: 精度は出力電圧と10mV/ $^{\circ}\text{C}$  × デバイスのケース温度の差(エラー)として定義されます。それは、電圧、電流、そして温度( $^{\circ}\text{C}$ )の規定された状態で行われます。  
 Note 8: 非直線性はデバイスの定格温度範囲において、理想直線に対する出力電圧対温度カーブの誤差として定義されます。  
 Note 9: クワイセント電流はFIGURE 1の回路で定義されます。  
 Note 10: 絶対最大定格を越え、デバイスは損傷を受けます。DCおよびAC電気特性は、デバイスが規定している動作条件を越えて動作させる場合には、適用されません。Note 1参照。

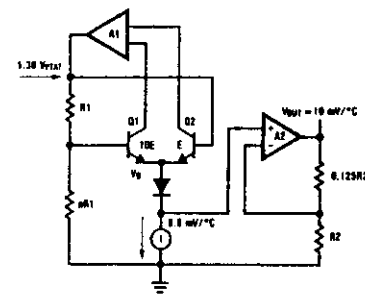
Typical Performance Characteristics



TL74/5516-17

TL74/5516-18

Block Diagram



### アプリケーション

LM35は他のIC温度センサと同じ方法で、容易に使用することができます。表面にのり付けやセメント付けが可能です。その温度は表面温度の約0.01°C以内です。

それは周囲空気温度が表面温度とほぼ同じときに適用され、空気温度と表面温度で大きな差がある場合は、LM35ダイの実際の温度は、表面温度と空気温度の中間になります。これは特にTO-92プラスチック・パッケージでは実際に要されます。ここでリード線は熱をデバイスに伝える主要な経路になり、その温度は表面温度よりも空気温度に近くなります。

この問題を最小にするため、LM35への配線は、デバイスを通じた放熱する部分の表面と同じ温度を保つようにして下さい。これを実現する最も簡単な方法は、リードおよびワイヤが全部表面と同じ温度になるようにこれをエポキシで密封することです。そうすることにより、LM35のダイ温度は空気温度に影響されなくなります。

TO-46メタル・パッケージもまた、メタルの表面やパイプに、損傷なしに半田付けができます。もちろんその場合、回路のV<sub>+</sub>端子はメタルにグラウンドされます。別の方法では、LM35はシールド・エンド・メタル・チューブの内部に実装可能で、バスに浸したり、タンクの中の細い穴にねじ込むこともできます。どのICもそうですが、LM35と配線された回路はリーケージと腐食を防止するための絶縁され、乾いた状態を保つ必要があります。これは特に絶縁するような給水温度で動作する場合にはあります。プリント回路のコーティング、つまりHUMISEALのようなワニスやエポキシを塗布するかそれに優ることによって、湿気がLM35やその接続部を腐食することを防ぎます。

これらのデバイスは、しばしば小型軽量の放熱フィンに半田付けされます。その結果ゆっくり動く空気の中で、温度時定数は減少し、応答時間は速くなります。一方、小さな熱のかたまりはセンサに加えられる、空気温度では小さな誤差にもかかわらず、最も安定した読み取りが得られます。

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance)

	TO-46, no heat sink	TO-46, small heat fin*	TO-92, no heat sink	TO-92, small heat fin**
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W
Stirred oil (Clamped to metal, Infinite heat sink)	50°C/W (24°C/W)	30°C/W	45°C/W	40°C/W

\* Wakefieldタイプ201, または0.020インチ・シート型厚み40の1インチディスク、ケースに半田付けまたは相当品

\*\* 2オンス箔または相当品を用いて、1インチ四方の1/16インチプリント板にかかわ付けまたはリード半田付けされたTO-92パッケージ。

### Typical Applications (つづき)

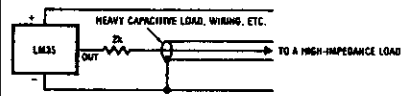


FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

### 容量性負荷

ほとんどのマイクロ・パワー回路と同じく、LM35には、大容量性負荷のドライブに制限があります。LM35は特別な処理をしなくても50pFのドライブは可能です。より大きな負荷をドライブする場合は、抵抗を用いて容易に分離や切り離しができます。(FIGURE 3参照)。また直列のR-Cダンパを出力からグラウンドに接続することにより、容量の許容量を改善することができます。(FIGURE 4参照)。

LM35がFIGURES 8, 8に示されるように、200Ωの負荷抵抗を用いて使われる場合、容量はグラウンドから入力(出力ではなく)へのバイパスを形成するため、コンデンサの接続は相対的に不要になります。

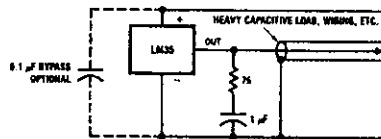


FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

しかし、相反する環境でワイヤに接続されるようなリニア回路を用いても、その性能はリレー、無線送信機、アーク・ブラシを持ったモータ、SCRトランジエント等の強い電磁場により影響されます。それはワイヤリングが受信アンテナとして動作し、内部接合が整流器として動作するからです。そのような場合の最善策として、V<sub>IN</sub>からグラウンドへ接続するバイパス・コンデンサと出力からグラウンドへの0.2または1µFのコンデンサに直列に接続する75Ωの抵抗から成る直列R-Cダンパが有効です。これらはFIGURE 13, 14そして16に示されます。

### Typical Applications (つづき)

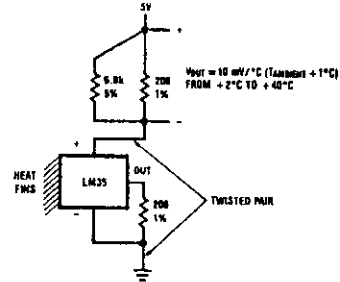


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)

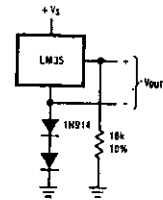


FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55°C to +150°C

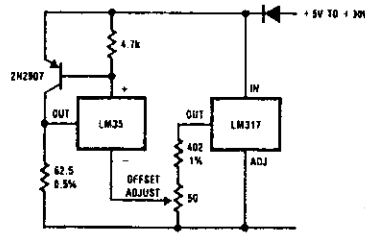


FIGURE 9. 4-To-20 mA Current Source (0°C to +100°C)

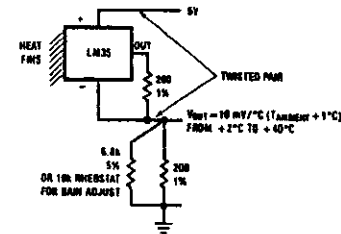


FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

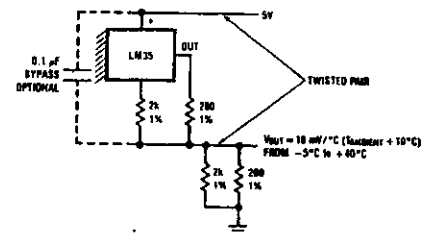


FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

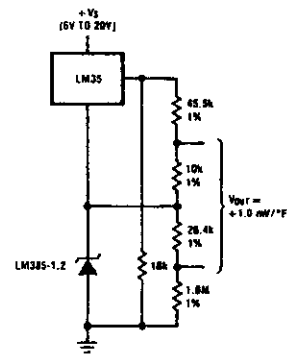
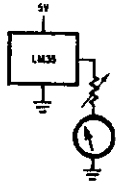


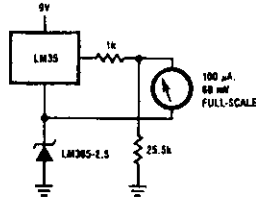
FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

Typical Applications (つづき)



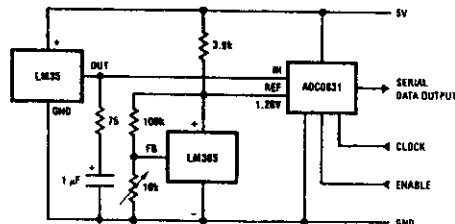
TL/H/5516-11

FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)



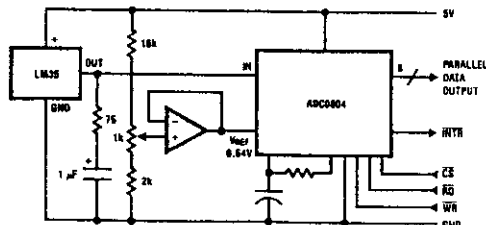
TL/H/5516-12

FIGURE 12. Expanded Scale Thermometer (50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)



TL/H/5516-13

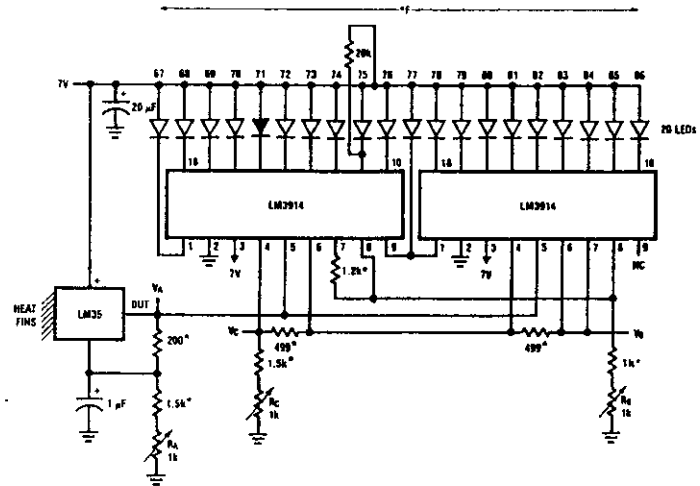
FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)



TL/H/5516-14

FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE® Outputs for Standard Data Bus to  $\mu$ P Interface) (128°C Full Scale)

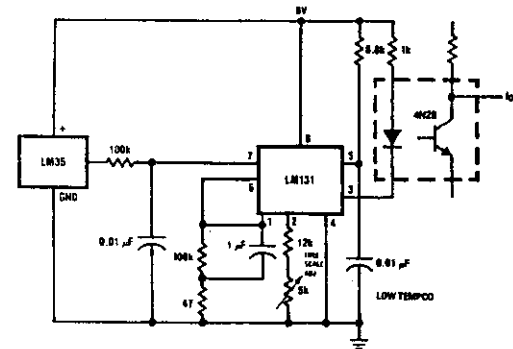
Typical Applications (つづき)



TL/H/5516-16

- \* = 1% or 2% film resistor
- Trim  $R_B$  for  $V_B = 3.075V$
- Trim  $R_C$  for  $V_C = 1.955V$
- Trim  $R_A$  for  $V_A = 0.075V + 100mV/°C \times T_{ambient}$
- Example,  $V_A = 2.275V$  at  $22°C$

FIGURE 15. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)



TL/H/5516-15

FIGURE 16. LM35 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output (2°C to +150°C; 20 Hz to 1500 Hz)